

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-055802

(43)Date of publication of application : 02.04.1983

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G01D 5/36

G08C 23/00

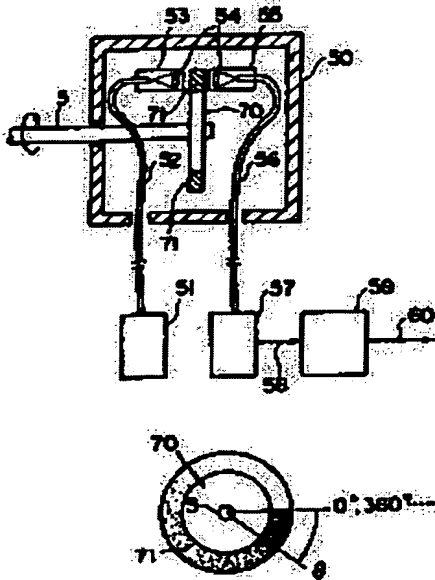
(21)Application number : 56-155997

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 30.09.1981

(72)Inventor : MARUI TOMOTAKA

## (54) DEVICE FOR DETECTING ROTARY DISPLACEMENT AND LINEARLY MOVING DISPLACEMENT



(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to improve reliability in detecting the displacement, by providing a part, wherein a light signal is coded by sequentially changing transmittance or the wavelength of transmitting light, on the periphery of a rotary disk, transmitting the light signal through optical fiber, thereby removing the effects of temperature changes and electrical noises.

CONSTITUTION: The light from a light source 51 reaches a coding part 71 of the rotary disk 70 through the optical fiber 52. The transmitted light reaches a photoelectric transducer 57 through the optical fiber 56. The coding part 71 is colored in such a way that the transmittance gradually increases from a black painted part in the circumferential direction so that the transmittance is changed from the reference position monotonously and continuously. Since the amount of the transmitted light, i.e. output voltage, is gradually changed by the rotary angle, the device is resistant to

the pulse noises. The rotary displacement is computed in a processing circuit 59 by using the detected signal. As a coding means, the transmittance can be changed stepwise, or a plurality of filters which can transmit the light beams having different colors can constitute the device.

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—55802

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 11/00  
G 01 D 5/36  
G 08 C 23/00

識別記号

庁内整理番号  
7428—2F  
7905—2F  
7187—2F

⑬ 公開 昭和58年(1983)4月2日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 9 頁)

## ⑭ 回転変位並びに直線移動変位検出装置

千葉県南町2の20の6

⑯ 特 願 昭56—155997  
⑰ 出 願 昭56(1981)9月30日  
⑱ 発 明 者 丸井智敬

⑲ 出 願 人 川崎製鉄株式会社  
神戸市中央区北本町通1丁目1  
番28号  
⑳ 代 理 人 弁理士 染川利吉

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

回転変位並びに直線移動変位検出装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 機械の可動部分に連結された符号化板に光を投射して該符号化板を經由した光の変位を電気信号の変化として取り出すようにした変位検出器において、回転軸に固着されかつ外周に光信号の符号化処理がなされた符号化円板と、前記符号化円板に投光用光ファイバを通して投光する投光装置と、前記投光用光ファイバからの光を前記符号化円板を介してかつ受光用光ファイバを通して受光し電気信号として出力する光電変換装置と、前記光電変換装置からの電気信号を前記回転軸の回転角度信号に変換する信号処理装置とを有することを特徴とする回転変位検出装置。

(2) 機械の可動部分に連結された符号化板に光を投射し該符号化板を經由した光の変化を電気信号の変化として取り出すようにした変位検出器において、機械の直線運動部分に固着されかつ長手

方向に沿って光信号の符号化処理がなされた符号化長板と、前記符号化長板に投光用光ファイバを通して投光する投光装置と、前記投光用光ファイバからの光を前記符号化長板を介してかつ受光用光ファイバを通して受光し電気信号として出力する光電変換装置と、前記光電変換装置からの電気信号を前記直線運動部分の直線変位信号に変換する信号処理装置とを有することを特徴とする直線移動変位検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、回転機械あるいは直線運動する機械の可動部分の変位を検出する装置に関し、具体的には、回転機械における回転軸の回転角度検出装置および直線運動機械における可動部の移動位置を検出する直線移動変位検出装置に関する。

産業機械その他一般機械の駆動部分の自動制御について機械の可動部の動作、変位あるいは位置を検出することは欠かせない事項である。機械の可動部が回転運動をする場合にはその回転角度を検出することで可動部の変位が検知されるので、

回転機械には回転角度検出器が取り付けられるのが普通である。

第1図は回転角度検出器4を備えた回転機械1およびその駆動機構の斜視図である。回転機械1はモータ3により減速機2を介して駆動され、回転機械1の回転軸5に直接、あるいはモータ3の出力軸に同様の減速機2を介して、回転角度検出器4、4'が連結される。回転角度検出器の例としては従来からロータリーリミットスイッチ型あるいはパルスエンコーダ型のものが知られている。第2図(a)、(b)はロータリーリミットスイッチ型回転角度検出器を示したものである。回転機械あるいは駆動電動機その他の回転軸5は、検出器筐体40内に挿入される。この回転軸に複数個の回転ディスク6が固着され、その各回転ディスクには、第2図(b)の如く夫々異なつた位置にストライカー6'が装着されている。ストライカー6'は回転軸5の回転による回転ディスク6の回転とともに移動し、各回転ディスクに対応して所定位置に設けられた可動接点7にストライカー6'が衝突して押動せし

め、可動接点7を固定接点8に接触せしめる。可動接点7および固定接点8には夫々信号線7'、8'がついていて、対応する可動接点7と固定接点8の接触を遠方でも電氣的に検知できるようになっている。従つて、回転ディスク6に固着したストライカー6'の位置を調整すれば回転軸の任意の回転角度を検出できる。

第3図(a)、(b)はパルスエンコーダ型の回転角度検出器を示したものである。ロータリーリミットスイッチ型と同様に、筐体41に挿入された回転軸5に回転ディスク9が固着され、第3図(b)の如くそのディスクに複数個のスリット(穴)9'が穿けられている。そしてそのスリット部を挟むように、ランプあるいは発光ダイオードなどの投光器10と、光トランジスタなどの光電変換素子および増幅回路を内蔵した受光器11とが取り付けられている。回転軸5の回転角度に応じて投光器10からの光は、回転ディスク9で遮られたり、スリット9'を通つて受光器11に入光したりする。ディスク9に穿けるスリットの数および間隔を予め設

定しておくことにより、受光器11の出力は回転角度に対応するパルス列となり、受光器信号線11'を通じて遠方へ送られる。そこでそのパルス数を計数すれば回転軸の回転角度が検出できる。10'は投光器電源線である。

これらの従来型回転角度検出器には次のような問題点があつた。

(イ)、ロータリーリミットスイッチ型、パルスエンコーダ型のものでは、ともに電氣的接点、投光器、受光器などの電気回路部品が内蔵されていて、これらが被検出体に隣接して配置されるので、熱、水、ダストあるいは振動などの多い鉄鋼プラントなどの現場においては故障しやすい。特にロータリーリミットスイッチ型では接触式の可動接点部分の故障が多い。

(ロ)、ロータリーリミットスイッチ型では、検出する回転角度は不連続でしかとれない。即ち、ストライカーでセットした角度しか検出できない。また一度ストライカーの位置をセットしてしまつと、その変更は現場の検出器の筐体の蓋を開けて

ストライカーの位置を動かさなければならず繁雑な作業を要する。

(ハ)、パルスエンコーダ型では回転角度の絶対値が検出されるのではなく回転移動量を示すパルス数しか検出できないので、回転角度の絶対値を知るためにはロータリーリミットスイッチ型による回転基準角度の信号と組み合わせねばならない。またパルスエンコーダ型では信号がパルスという高周波信号となるのでノイズの発生源となつたり、逆に他のノイズによつて影響を受けてパルス数の計数ミスを起こし易い。

一方、直線運動する機械の可動部分(例えば圧延ラインにおけるブッシュヤサイドガイドあるいは一般のシリンダ装置のピストン棒)の移動位置を検出してその機械を自動制御する場合、リミットスイッチなどによるワンポイント的な検出ではなく、連続的に可動部分の直線運動位置を検知してその位置による最適制御を実行する場合がある。第4図はこの場合の連続直線運動位置検出器16を概略的に示したものである。直線運動機械1の

可動部に磁性体から成る直線運動コア12を連結し、このコア12を挟むように変圧器の1次巻線11および2次巻線13を配置する。10は1次巻線11に対する交流電源、15は2次巻線13の出力電圧を増幅する増幅器である。1次巻線11、直線運動コア12、2次巻線13によつて差動変圧器を形成している。従つて、直線運動機械1に運動して動くコア12の位置によつて2次巻線13の出力電圧は変化し、それを増幅した出力17は自動制御回路へ入力する。

しかしながら、この従来型の直線運動位置検出器には1次巻線11、2次巻線13、増幅器15のような電気回路部品が内蔵されかつこれが機械1の近傍に配置されるため、鉄鋼製造プラントのように高温にさらされるような機械にコア12を連結して使用すると、コア12を介して熱が検出器16に伝導し、1次巻線11、2次巻線13、増幅器15などが加熱され、誤動作、故障を引き起こし易く、保守性、信頼性も低く問題であつた。しかも増幅器15の出力17を自動制御回路へ送

る際、出力17がアナログ電気信号であるため、ノイズを拾い易いという問題もあつた。

回転機械あるいは直線運動機械の自動制御が原理的には可能であるのに、これらの機械の可動部に対する位置検出器の問題のために、実用化されていなかつたり、実用化されても非常に保守の手間のかかるものであつたりして保守性、信頼性の高い検出器の出現が待ち望まれていた。

本発明は、これらの問題を解決し、保守性、信頼性の高い回転変位検出装置および直線移動変位検出装置を提供することを目的とする。

以下、本願の第1の発明に係る回転変位検出装置の実施例を図面をもとに説明する。

第5図は本発明に係る回転変位検出装置の概略的な縦断面図である。回転機械の回転軸5に回転角度を符号化するための符号化部を有する回転ディスク70(後述)が直結され、その回転ディスク70の符号化部71を挟むように一対の光ファイバ端固定器53と55が固定されている。各光ファイバ端固定器53、55の内部には焦点調整

用レンズ54がついている。光ファイバ端固定器53および光ファイバ端固定器55には、夫々投光用光ファイバケーブル52および受光用光ファイバケーブル56が接続されている。回転ディスク70、光ファイバ端固定器53、55および光ファイバケーブル52、56の一部は、カバー50によつて保護され、外部の水、ダスト、特に光がカバー内部に混入しないような構造である。カバー50に導入される投光用光ファイバケーブル52は、遠方の環境条件のよい電気室などに設置された光線発生器51に接続される。同様に受光用光ファイバケーブル56は、同じく環境条件のよい電気室などに設置された光電変換器57に接続される。更に光電変換器57は、電気的に信号処理器59に接続される。

これらの機能について説明すると、回転機械本体に対して遠く離れた場所に置かれた光線発生器51から発生された光が、投光用光ファイバケーブル52を経て光ファイバ端固定器53の焦点調整用レンズ54→回転ディスク70の符号化部71

→光ファイバ端固定器55の焦点調整用レンズ54→受光用光ファイバケーブル56→光電変換器57へと伝播し、光電変換器57にてその伝播光に対応した電気信号58に変換され、その電気信号が信号処理器59に送られる。この光の伝播において、回転ディスク70の符号化部71が重要な役目を果たす。

次に、本発明の回転変位検出器に適用される回転ディスク70について詳述する。

第6図(a)は回転ディスク70の一例を示したものである。この回転ディスク70の外周部には、任意の基準位置(0°、360°…)から光透過率が単調連続に変化する符号化部71が設けられている。符号化部71は、周方向に例えば黒色塗装した完全不透明部分から漸次透明度を増した灰色半透明部分を経て完全透明部分に至るように表面処理がなされている。第6図(a)に示す如く、回転ディスク符号化部71の基準位置からの回転角度を $\theta$ とする。回転ディスク70は回転軸5に固着されるので、この角度 $\theta$ は回転軸の回転角度と考え

てよい。前述した如く、光線発生器51で発生した光は、この符号化部71を通過するとき、回転角度 $\theta$ に対応して減衰して光電変換器に受光される。従つて、第6図(b)の実線のような光透過率をもつた符号化部71の場合、光電変換器57の受光量電気信号58は第6図(c)のようになる。よつて、回転角度 $\theta$ に対応した電気信号が得られるので、これを信号処理部59で処理すれば任意の $\theta$ を検出することが可能である。

信号処理部の構成例を第7図(a)に示し、 $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ を検出したい場合の回路出力を第7図(b)に示して、これで説明する。

信号処理部は、例えばM個の比較器59(0)、59(1)、59(2)……、59(N)とインバータ(反転)論理回路60(10)と論理積回路60(00)とで構成される。比較器59(n) ( $1 \leq n \leq M$ )にはM個夫々独立に変化可能な基準信号59(00)、59(01)、……、59(0N)と受光量電気信号58が入力される。比較器59(n)では、その受光量電気信号58と基準信号59(0n)とを比較して、

58が59(0n)以上になると定レベル出力60(0)を出す。 $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ を検出したい場合は、基準信号59(00)を $\theta = 90^\circ$ に対応する受光量電気信号値として基準信号59(01)を $\theta = 180^\circ$ に対応する受光量電気信号値に調整すれば、比較器59(0)の出力60(0)は、

$90^\circ + 360^\circ \times M \leq \theta \leq 360^\circ \times (M+1)$ 、( $M=0, 1, 2, \dots$ )  
にて定レベル出力を出し、全く同様に比較器

59(1)の出力60(1)は、

$180^\circ + 360^\circ \times M \leq \theta \leq 360^\circ \times (M+1)$ 、( $M=0, 1, 2, \dots$ )  
にて定レベル出力を出す。従つて、出力60(1)をインバータ(反転)論理回路60(10)を通した出力と出力60(0)の信号とを入力した論理積回路60(00)の出力60は、

$90^\circ + 360^\circ \times M \leq \theta \leq 180^\circ + 360^\circ \times M$ 、( $M=0, 1, 2, \dots$ )  
にて定レベルを出すので所望の回転角度検出が実現する。

上記実施例の回転角度検出器は、従来の回転角度検出器の問題点を解消し、次のような優れた性質をもつ。

(イ)、ロータリーリミットスイッチ型、パルスエンコーダ型回転角度検出器のように、電気回路部品が回転機械の回転軸付近の環境条件の悪いところには全く存在せず、光ファイバとレンズなどの光学部品のみなので故障が少ない。特にカバー50を堅牢かつ密閉性のよいものにすれば、熱、水、ダストおよび振動に対して非常に強いものとなり、鉄鋼プラントなど現場環境条件の悪い場所で従来型検出器が使えなかつた場所にも使用できる。

(ロ)、ロータリーリミットスイッチ型では、ストライカーでセットした角度しか検出できず、一度ストライカーをセットしてしまつたとその変更が繁雑であつたが、本実施例では、電気室内で信号処理部の調整のみでできる。具体的には第7図(a)にて、基準信号59(01)、59(02)、……などの調整で簡単にしかもどのような角度でも検出できる。

(ハ)、パルスエンコーダ型では、角度の絶対値は簡単に検出できないが、本実施例では、角度の絶対値が簡単に検出できる。即ち、本実施例の検出器はパルスエンコーダ型とロータリーリミット

スイッチ型を組み合わせた検出方式と同等の能力をもっている。また現場からの回転角度信号伝送が光という媒体を使つているので、従来のパルスエンコーダ型で問題となつたノイズの問題が全くなく、検出の精度、信頼性が高い。

本発明に係る回転ディスクは上記実施例のほか種々の形態をとり得る。第8図(a)は回転ディスク70の符号化部71に半透明板を複数枚はり合わせ、これによつて回転ディスクに伴つて光の透過率を第8図(b)の如く階段状に変化させるようにしたものである。第8図(c)は、上記実施例における回転ディスクの回転角、即ち機械の回転軸の回転角度に対する受光部の電気信号を示したものである。光透過率は、回転角度 $\theta$ に関して単調増加(あるいは単調減少)であるならば、第8図(b)のように階段状あるいは第6図(b)の点線のように曲線状に変化する形態でもよい。以上は回転ディスクの符号化部を半透明体とし光の減衰を利用した例であるが、この符号化部を光学フィルタにて構成し、その波長を利用した方式でもよい。第9図

はこの場合の回転ディスク70の一例を示したものである。ディスク70の外周部を赤、赤紫、紫、青…等の可視光フィルタ71'の組合せで構成し、回転角に応じてこれらの部分が光が通過するときになる波長の光だけを選択的に透過させ、光電変換器57および信号処理器59で光の波長を分別して回転角度 $\theta$ を得る。更に第10図(a)に示す如く、回転ディスク70の外周部に従来のパルスエンコーダ型と同じようなスリット9'を穿け、投光器からの光の遮断、通過の回数によつて回転角を検出することでもよい。これによつて環境条件に強くノイズに対して影響を受けないパルスエンコーダ型回転角度検出器が得られる。第10図(b)はこの実施例における回転角度と受光部の電気信号との関係を示したものである。

次に、本願の第2の発明に係る直線移動変位検出装置の実施例を図面をもとに説明する。

第11図は上記第2の本発明の実施例を示した概略的な縦断面図である。直線運動機械1'の可動部例えばシリンダ装置のピストン棒に長尺の位置

る光フィルタで長手方向の位置により成る波長の光だけを選択的に透過させるようにした例である。この場合、各色のフィルタをはり合わせて光色フィルタとして作成してもよい。なお、符号化長板は、光の通過する部分のみ透過率が変化すればよいので、鉄板の外枠に透過板あるいはフィルタ板をスリット状に取り付けて作成してもよい。

この実施例で機械の直線運動変位を検出する動作は前述した回転角度検出の場合とほぼ同様である。まず、光線発生器20にて発生した光は、光ファイバ21から符号化長板23を経て光ファイバ25へと伝播し、符号化長板23を通過するときに機械1'の直線運動位置によつて光の強度に変化が与えられる。このように光強度に位置の情報が与えられた光線が光ファイバ25を透つて光電変換器26に受光され、光から電気信号に変換される。第12図(b)の実線のように符号化長板の透過光の強度によつて光電変換器26で線型に出力電圧が変化するものであればその出力電圧をそのまま変位検出出力28として出力すれば機械1'の直

符号化長板23が固着され、この符号化長板を挟むように一对の光ファイバ端固定器22、24が配置されている。第5図の回転角度検出器の場合と同様に光ファイバ端固定器22、24には、各各投光用光ファイバケーブル21および受光用光ファイバケーブル25が接続され、これらの光ファイバケーブル21、25の他端は直線運動機械から遠く離れた環境のよい電気室などに設置された光線発生器20および光電変換器26に接続される。符号化長板23、光ファイバ端固定器22、24および光ファイバケーブル21、25の一部は、カバー30によつて保護されている。光電変換器26には信号処理器27が接続される。

符号化長板23は、その長手方向に光の透過量あるいは異なる波長の光を透過させこれによつて符号化された信号光を得るように構成された板である。その具体的な構成は第6図(a)、第8図(a)、第9図あるいは第10図(a)に関して述べたものと同様でよい。第12図(a)は光の透過率を連続的に変化させるようにした例、第13図は可視光によ

線位置出力となるし、同図(b)の点線の如く非線型であつても信号処理器27によつて補正すれば機械1'の直線位置出力28を作ることとは可能である。出力28は直線運動機械の自動制御回路(図示省略)に輸入される。

本実施例の検出器はカバー30の内部の光ファイバ端固定器22、24、符号化長板23などは光学部品のみなので従来の電気部品よりも熱に強く、その温度が変化しても特性の変動がない。更に直線運動機械の位置を検知し伝播する信号が光信号なので従来のような電氣的ノイズの問題がなく極めて信頼性が高い。

本発明の装置は一般の回転機械あるいは直線運動機械すべてに適用できる。特に、ガソリンエンジンのような内燃機関においては回転角度をカム機構などで機械的に検出しているが、本発明を適用すればカムなどの機構を使わずに点火、弁制御ができる。また、レシプロエンジンにて本発明の直線運動変位検出器をエンジンのシリンダ部に取付けてピストンのレシプロ運動を検出させるこ

ともできる。これはマイクロコンピュータなどでガソリンエンジンを自動制御する場合などにおいて有効なセンサである。

なお、上記の実施例では光の透過率の変化あるいは透過光の波長を利用したが、本発明はこれらに限定されず、回転ディスクあるいは符号化長板で投射光が反射し、この反射光の強度あるいは波長を利用することでもよい。このような態様も本発明に含まれるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の回転角度検出器を備えた回転機械およびその駆動機構の斜視図、第2図(a)は従来のロータリーリミットスイッチ型回転角度検出器の縦断面図、第2図(b)は第2図(a)の筐体を除去した状態における正面図、第3図(a)は従来のパルスエンコーダ型回転角度検出器の縦断面図、第3図(b)は第3図(a)の筐体を除去した状態における概略的な正面図、第4図は従来の連続直線運動位置検出器の概略的な側面図、第5図は本発明の実施例に係る回転変位検出装置の縦断面図、第6図(a)は

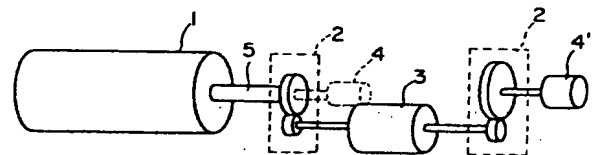
本発明に係る回転ディスクの一例を示した端面図、第6図(b)は回転ディスクの回転角度と符号化部における光透過率との関係を示した図、第6図(c)は回転角度と受光部の電気信号との関係を示した図、第7図(a)は本発明に係る信号処理部の回路構成を示した図、第7図(b)は回転角度と信号処理部の入力および出力との関係を示した図、第8図(a)は本発明の他の実施例に係る回転ディスクの端面図、第8図(b)は第8図(a)の回転ディスクを用いた場合の回転角度と光透過率との関係を示した図、第8図(c)は第8図(a)の回転ディスクを用いた場合の回転角度と出力電気信号との関係を示した図、第9図は本発明の他の実施例に係る回転ディスクの端面図、第10図(a)は本発明のさらに他の実施例に係る回転ディスクの端面図、第10図(b)は第10図(a)の回転ディスクによる回転角度と出力電気信号との関係を示した図、第11図は本発明に係る直線移動変位検出装置の概略的な側面図、第12図(a)は本発明に係る符号化長板の一例を示した図、第12図(b)は本発明を適用した場合の可動部の直

線移動位置と符号化長板の光透過率との関係を示した図、第13図は本発明に係る符号化長板の他の例を示した図である。

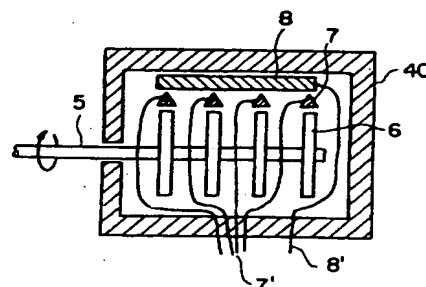
- 1…回転機械、                  1'…直線運動機械、
- 5…回転軸、                  20、51…光線発生器、
- 21、52…投光用光ファイバケーブル、
- 22、24、53、55…光ファイバ端固定器、
- 23…符号化長板、
- 25、56…受光用光ファイバケーブル、
- 26、57…光電変換器、
- 27、59…信号処理器、
- 28、60…電気信号出力、
- 70…回転ディスク、  71…符号化部。

代理人 弁理士 染 川 利 吉

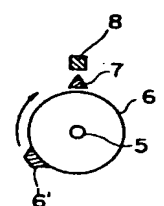
第1図



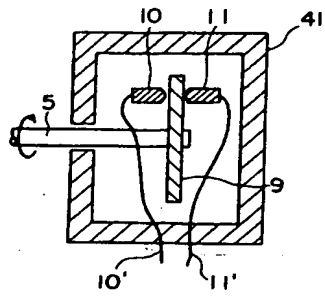
第2図(a)



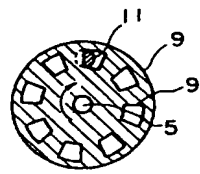
第2図(b)



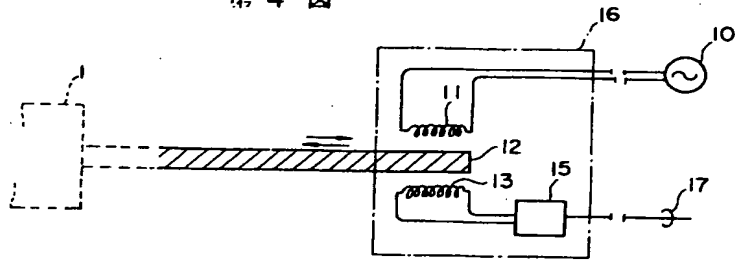
第 3 図 (a)



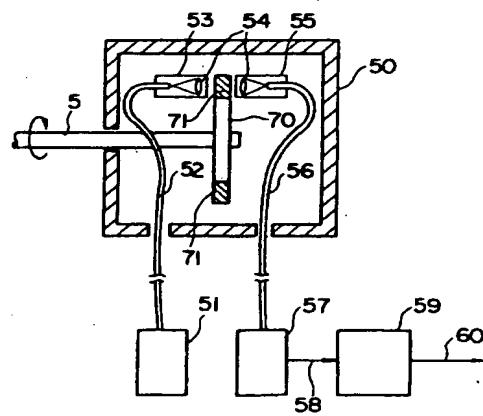
第 3 図 (b)



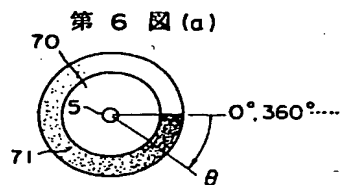
第 4 図



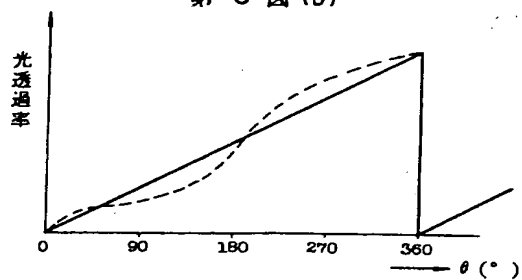
第 5 図



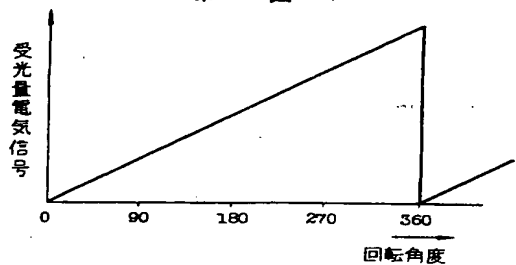




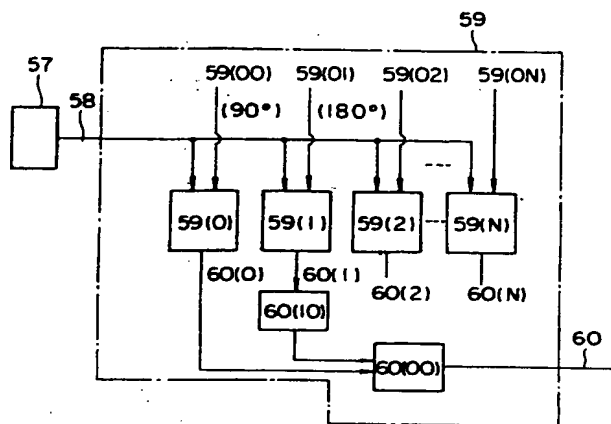
第 6 図 (b)



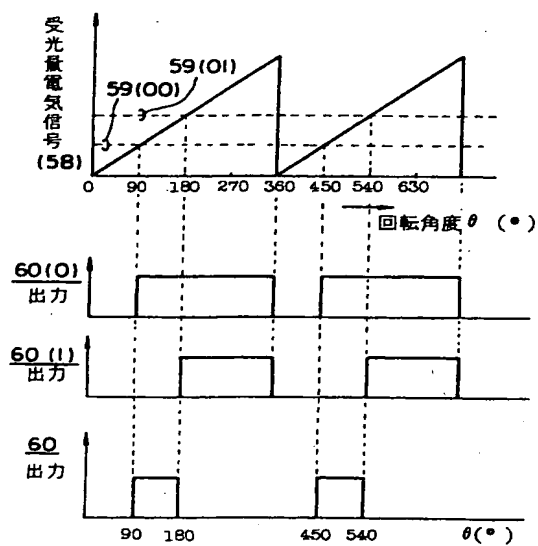
第 6 図 (c)



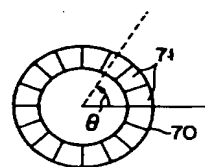
第 7 図 (a)



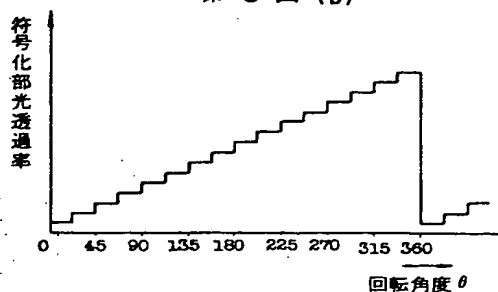
第 7 図 (b)



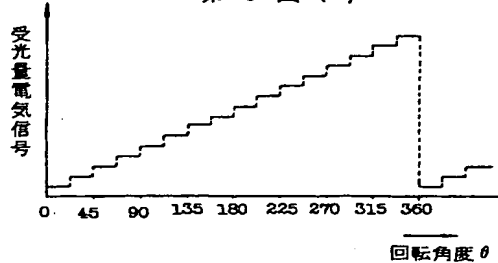
第 8 図 (a)



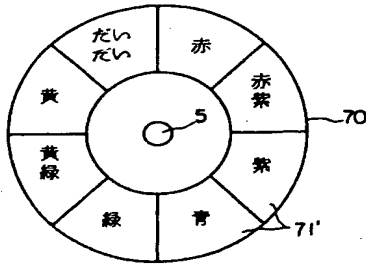
第 8 図 (b)



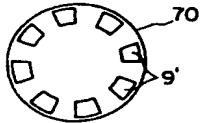
第 8 図 (c)



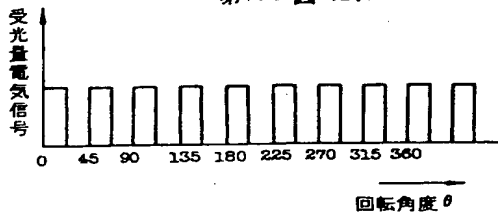
第 9 図



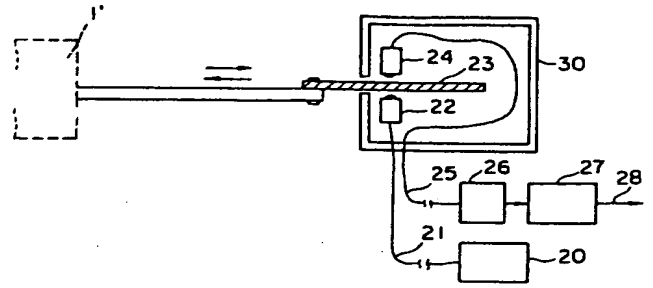
第 10 図 (a)



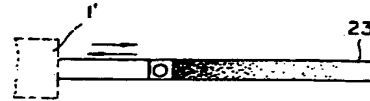
第 10 図 (b)



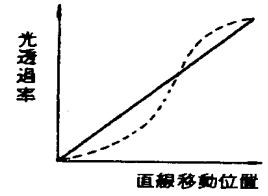
第 11 図



第 12 図 (a)



第 12 図 (b)



第 13 図

